

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-197696  
(P2001-197696A)

(43) 公開日 平成13年7月19日 (2001.7.19)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 2 K 3/28		H 0 2 K 3/28	J 5 H 6 0 3
21/16		21/16	M 5 H 6 2 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-5358(P2000-5358)

(22) 出願日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 山口 信一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 大穀 晃裕

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100093562

弁理士 児玉 俊英

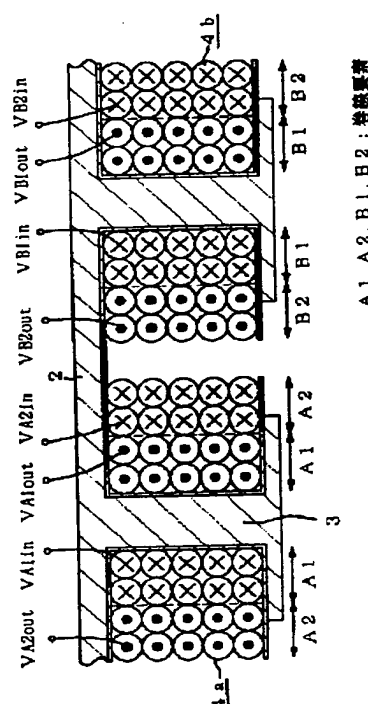
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 細い線材料を用いることによる、占積率および巻線加工性の向上、また工程数および部品点数の削減を可能とする。

【解決手段】 隣り合う同相巻線4a、4bはそれぞれ巻線要素A1とA2、B1とB2からなる。内側巻線要素A1と外側巻線要素B2を直列に、そしてA2とB1を直列に接続する。両直列回路はインピーダンスがバランスしており、互いに並列接続する。並列回路数の増加で細い線材料を使用でき、加工性が向上するとともに、これにより占積率が向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子に設けられた複数のティースの各々に対して固定子巻線を集中的に巻回した回転電機において、上記各ティースに複数 $k$ 個の巻線要素を設け、隣り合う複数 $q$ 個の上記ティースに設けられた上記巻線要素を互いに直列に接続して直列回路を形成し、 $k$ 個の上記直列回路を互いに並列に接続してなる固定子巻線を備えたことを特徴とする回転電機。

【請求項2】  $n$ を正の整数として、 $k = nq$ としたことを特徴とする請求項1記載の回転電機。

【請求項3】 1つのティースに設けられた巻線要素のうち、少なくとも1つの上記巻線要素の巻回方向が他の上記巻線要素の巻回方向と異なることを特徴とする請求項1または請求項2記載の回転電機。

【請求項4】 1つのティースに設けられた全ての巻線要素の巻回方向が同じであることを特徴とする請求項1または請求項2記載の回転電機。

【請求項5】 1つのティースに設けられた巻線要素相互間の少なくとも一部に絶縁部材を配置したことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の回転電機。

【請求項6】 1つのティースに設けられた巻線要素は、互いにその径方向に重ねて配置したことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の回転電機。

【請求項7】 1つのティースに設けられ互いに隣接する巻線要素間において、内側巻線要素の外周側端部の電位と外側巻線要素の内周側端部の電位とを等しくしたことを特徴とする請求項6記載の回転電機。

【請求項8】 1つのティースに設けられた巻線要素は、互いにその軸方向に並べて配置したことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の回転電機。

【請求項9】 巻線要素間の接続を、上記巻線要素と同じ線材料を用いて行ったことを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の回転電機。

【請求項10】 固定子に設けられた複数のティースの各々に対して固定子巻線を集中的に巻回した回転電機において、上記各ティースに複数の巻線要素を互いにその軸方向に並べて設け、上記巻線要素を互いに並列に接続してなる固定子巻線を備えたことを特徴とする回転電機。

【請求項11】 固定子に設けられた複数のティースの各々に対して固定子巻線を集中的に巻回する回転電機の製造方法において、まず上記各ティースに順次1個ずつ巻線要素を巻回し、続いて上記巻線要素上に順次別の巻線要素を巻回して上記各ティースに複数個の巻線要素を形成した後、隣り合う複数個の上記ティースに設けられた上記巻線要素を互いに直列に接続して直列回路を形成するとともに、複数の上記直列回路を互いに並列に接続して固定子巻線を構成することを特徴とする回転電機の製造方法。

【請求項12】 固定子に設けられた複数のティースの各々に対して固定子巻線を集中的に巻回する回転電機の製造方法において、まず上記ティースに1個の巻線要素を巻回した後、そのままその線材料を端子にからげ、続いて上記巻線要素上に上記巻線要素とは逆の巻回方向で別の巻線要素を巻回して上記ティースに複数個の巻線要素を形成し、続いて隣り合うティースに移り上記と同様の手順で複数の巻線要素を形成して固定子巻線を構成することを特徴とする回転電機の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電動機などの回転電機とその製造方法に関するものであり、特に固定子巻線に関する。

【0002】

【従来の技術】各ティースに巻線が集中的に施されている従来の回転電機の巻線構造として、例えば特開平09-285088号公報に示された同期電動機がある。図20は、このような従来の回転電機を説明するための断面図である。図において、回転電機は、固定子20と回転子30とから構成されている。固定子20は、固定子鉄心22と固定子巻線24から構成される。固定子鉄心22は、円環状の固定子ヨーク22Aと固定子磁極22Bとからなり、固定子磁極22Bには、固定子巻線24が集中的に巻回される構成である。各固定子巻線24は、空隙面での磁路を共有することのない構成である。このように、固定子巻線24を集中的に巻回する固定子構造とすることにより、エンドコイル部の長さを短くすることができるため、回転電機の体格を小さくすることができる。固定子巻線24のU相には、U1+、U1-、U2+、U2-がそれぞれ接続され、V相には、V1+、V1-、V2+、V2-がそれぞれ接続され、W相には、W1+、W1-、W2+、W2-がそれぞれ接続される。この固定子巻線24に交流電源を接続することで移動磁界を発生させ、回転子30との相互作用により回転トルクを得ることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記構成のような回転電機において、電源の制約上から、電源から見た巻線インピーダンスを下げる必要が生じる場合がある。このような場合、巻線の線径を太くするとともに巻回数を減らすことで、抵抗値もしくはインダクタンスを下げるのが一般的である。このとき、ターン数の減少分に依って電流値を増やし、アンペアターン数を同一に保っておけば、トルク特性は保たれる。ところが、各ティースに1つの巻線が集中的に施されているこの種の回転電機において太い線径のマグネットワイヤを用いると、マグネットワイヤの剛性が高いため、巻線加工に際してねじり、屈曲、すべり等の点で様々な不都合を生じ、また巻線を収める作業空間が狭いこともあって高密度に巻くことが

困難となる。

【0004】このような問題点を解決するため、例えば特開平11-206054号公報には、図21に示したように、細い線径のマグネットワイヤ11を複数本、燃り線として用いて太い線径のワイヤの導体断面積と同等に合わせることで、占積率を高めつつ、柔軟性を増して狭い作業空間でも巻線機により容易に巻上を行う技術が示されている。しかし、例えば高周波用途に用いられているような極細線を用いた燃線の場合には、各素線の断線の恐れがあるほか、燃線の加工にコストがかかり、回転機全体のコスト上昇につながる。これを防止するため各素線の線径を太いものにする、占積率および加工性を高めることが困難になるという問題点があった。この発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、細い線材料を用いて高占積率および巻線加工性の向上を実現することを目的としており、さらに、工程数や部品点数を削減して量産に適した製造方法を提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る回転機は、固定子に設けられた複数のティースの各々に対して固定子巻線を集中的に巻回した回転機において、各ティースに複数 $k$ 個の巻線要素を設け、隣り合う複数 $q$ 個のティースに設けられた巻線要素を互いに直列に接続して直列回路を形成し、 $k$ 個の直列回路を互いに並列に接続してなる固定子巻線を備えたものである。請求項2に係る回転機は、請求項1記載のものにおいて、 $n$ を正の整数として、 $k=nq$ としたものである。

【0006】請求項3に係る回転機は、請求項1または請求項2記載のものにおいて、1つのティースに設けられた巻線要素のうち、少なくとも1つの巻線要素の巻回方向が他の巻線要素の巻回方向と異なるものである。請求項4に係る回転機は、請求項1または請求項2記載のものにおいて、1つのティースに設けられた全ての巻線要素の巻回方向を同じにしたものである。請求項5に係る回転機は、請求項1から請求項4のいずれかに記載のものにおいて、1つのティースに設けられた巻線要素相互間の少なくとも一部に絶縁部材を配置したものである。

【0007】請求項6に係る回転機は、請求項1から請求項5のいずれかに記載のものにおいて、1つのティースに設けられた巻線要素は、互いにその径方向に重ねて配置したものである。請求項7に係る回転機は、請求項6記載のものにおいて、1つのティースに設けられ互いに隣接する巻線要素間で、内側巻線要素の外周側端部の電位と外側巻線要素の内周側端部の電位とを等しくしたものである。請求項8に係る回転機は、請求項1から請求項5のいずれかに記載のものにおいて、1つのティースに設けられた巻線要素は、互いにその軸方向に並べて配置したものである。請求項9に係る回転機

は、請求項1から請求項8のいずれかに記載のものにおいて、巻線要素間の接続を、巻線要素と同じ線材料を用いて行ったものである。

【0008】請求項10に係る回転機は、固定子に設けられた複数のティースの各々に対して固定子巻線を集中的に巻回した回転機において、各ティースに複数の巻線要素を互いにその軸方向に並べて設け、巻線要素を互いに並列に接続してなる固定子巻線を備えたものである。

【0009】請求項11に係る回転機の製造方法は、固定子に設けられた複数のティースの各々に対して固定子巻線を集中的に巻回する回転機の製造方法において、まず各ティースに順次1個ずつ巻線要素を巻回し、続いて巻線要素上に順次別の巻線要素を巻回して各ティースに複数個の巻線要素を形成した後、隣り合う複数個のティースに設けられた巻線要素を互いに直列に接続して直列回路を形成するとともに、複数の直列回路を互いに並列に接続して固定子巻線を構成するものである。

【0010】請求項12に係る回転機の製造方法は、固定子に設けられた複数のティースの各々に対して固定子巻線を集中的に巻回する回転機の製造方法において、まずティースに1個の巻線要素を巻回した後、そのままその線材料を端子にからげ、続いて上記巻線要素上にこの巻線要素とは逆の巻回方向で別の巻線要素を巻回してティースに複数個の巻線要素を形成し、続いて隣り合うティースに移り上記と同様の手順で複数の巻線要素を形成して固定子巻線を構成するものである。

【0011】

【発明の実施の形態】実施の形態1. この実施の形態は、以下に説明するように、隣り合う同相巻線数 $q=2$ 、中間電位一致、中間絶縁部材なしの例である。図1は、この発明の実施の形態1における回転機の構造を説明するための断面図であり、1は円筒状の固定子、2は固定子コア、3は固定子コア2に設けられた12個のティース、4a~4Lは各ティース3に集中的に巻回された固定子巻線である。ティース3と固定子巻線4a~4Lの間には、絶縁部材8が配置されている。固定子コア2、固定子巻線4a~4Lおよび絶縁部材8で固定子1を構成している。7は固定子1の中空部分に設けられた回転子であり、その表面に、14個の永久磁石6が固定子1と対向して置かれ、隣り合う永久磁石6の極性は互いに逆になるように配置されている。

【0012】まず、固定子巻線（以下、「巻線」と称する）の結線等の概略につき説明する。巻線4a~4Lは、3つのグループにまとめられ、図示されていない3相交流電源に接続される。本実施の形態では、12個の巻線4a~4Lのうち、4a、4b、4g、4hの4つがU相巻線、4c、4d、4i、4jの4つがW相巻線、4e、4f、4k、4Lの4つがV相巻線となる。すなわち、隣り合う同相巻線数 $q$ を2とした例である。

つまり、隣り合う2つのティース3の巻線が同相の巻線になっている。U相巻線において、巻線4aと4bとは電流の流れる方向が、回転電機の中心軸から見て同じであり、この2つと巻線4c、4dとは電流の流れる方向が逆になる。V相、W相巻線についても同様である。

【0013】ここで、各相巻線の位相関係について、対称性を考慮し、12個の巻線4a~4Lのうち半分の4a~4fを用いて説明する。前述のティース3の個数と永久磁石6の個数との間の関係から各巻線4a~4Lはそれぞれ電気角で $7\pi/6$ の位相差をもつ。U相巻線では、巻線4aと電気角で $7\pi/6$ の位相差のある隣の巻線4bの極性を反転させる。したがって、各巻線に発生する誘起電圧は $\pi/6$ の位相差をもつことになる。そして巻線4aと、巻線4bとを互いに直列に接続する。また巻線4a、4bの直列回路と、巻線4g、4hの直列回路とは互いに並列に接続する。結線の詳細については後述する。

【0014】図2は、各巻線の誘起電圧および各相巻線の合成誘起電圧の関係を示したベクトル図である。U1、U2、W1、W2、V1、V2はそれぞれ巻線4a~4fの電圧である。巻線4b、4c、4fは極性を逆にし、それぞれ隣り合う同相巻線4a、4d、4eと直列接続されるので、U2、W1、V2は極性が反転してそれぞれU1、W2、V1と合成される。巻線4a~4Lは星形結線され、各相の相電圧はU、V、Wで示したようになり、互いに $2\pi/3$ の位相差を持つ。なお、固定子1の残りの半円分すなわち7ティース目以降は、1から6ティースの巻線がそれぞれ反転したものが繰り返される。

【0015】各相には結局、 $\pi/6$ の位相差を持つ2つの電圧ベクトルの合成として、各巻線4a~4Lに発生する電圧 $v$ の $2\cos(\pi/12)=1.93185\cdots$ 倍の電圧が発生する。巻線4aと巻線4bとに位相差がない場合には、U相巻線に発生する合成誘起電圧は $2v$ となるはずであり、これらの比、即ち $1.93185\cdots/2=0.9659\cdots$ が分布係数と称されるものである。このように結線された固定子巻線を三相交流電源に接続し、交流電流を通電すると、各ティースには電流による磁界が発生し、これと永久磁石6との相互作用によりトルクが発生する。

【0016】次に、より具体的な巻線構造について、図3乃至図6を用いて説明する。図3は、隣り合う同相巻線4aと4bに相当する部分を取りだして示した断面図である。図中、×印および黒点印は電流方向ではなく、巻回方向を示す記号である。巻線4aは、内側に配置された巻線要素A1と、外側に配置された巻線要素A2とからなり、巻線要素A1、A2はティース3に対して同心状に巻かれている。同様に、巻線4bは、内側に配置された巻線要素B1と、外側に配置された巻線要素B2とからなる。4つの巻線要素A1、A2、B1、B2に

おいて、巻き始めすなわちティース3に近い側の内側巻線端部をそれぞれVA1in、VA2in、VB1in、VB2inとし、巻き終わりすなわちティース3から遠い側の外側巻線端部をそれぞれVA1out、VA2out、VB1out、VB2outとする。

【0017】図4は巻線の結線状態を示す結線図である。4つの巻線要素A1、A2、B1、B2のうち、内側に配置された巻線要素A1、B1と、外側に配置された巻線要素A2、B2とは、巻線長が異なるため抵抗値が異なる可能性があるほか、鉄心(ティース3)との距離も異なるため、インダクタンスも異なる可能性がある。しかし、図4に示したように、巻線要素A1とB2、および巻線要素A2とB1とをそれぞれ直列に接続することで、両直列回路間のインピーダンスのアンバランスを防止し、両直列回路を互いに並列接続したときの循環電流の発生を抑制することができる。また、図4からわかるように、中間電位すなわち巻線要素A1の外側巻線端部VA1outと巻線要素A2の内側巻線端部VA2inとはほぼ同電位であり、巻線要素A1の内周側と巻線要素A2の外周側との間には電位差がほとんど生じないため、この間に特別の絶縁部材を設ける必要がない。巻線要素B1およびB2についても同様である。

【0018】次に巻線方法について、図3および図5を用いて説明する。図5は巻線方法の説明図であり、まず端子41から出発して、巻線4aの内側の巻線要素A1を、VA1in→VA1outの順に巻く。A1を巻回し終えた後は、端子43に巻線をからげ、そのまま連続して巻線要素A2をVA2in→VA2outの順に巻く。巻線要素A1とA2とは、巻回方向を逆にする。A2を巻回し終えた後は、端子42に巻線をからげ、そのまま連続して隣のティース3にある端子45に巻線をからげる。以下、同様にして、端子45→巻線要素B1→端子46→巻線要素B2→端子44の順に巻回した後、最初の端子41にからげて巻線作業を終了する。その後、各端子41~46において、巻線と端子とをヒュージング(熱かしめ)などの手段を用いて導通せしめつつ固着する。

【0019】以上に述べたのと同様にして、4a、4b以外の隣り合う同相巻線においても結線を施し、これらを各相毎に並列接続しかつ星型結線とすることで、図6に示すような三相巻線を構成することができる。

【0020】上述のような手順で結線を施すことで、隣り合う同相巻線およびその間の接続を同じ線材で連続して巻線処理することができ、工程数の削減を行うことができる。また、図4および図5からわかるように、端子43と端子46がこの2つの巻線4aおよび4bの端子となり、端子41、42、44、45はその中間の電位をとる。1相あたりの等価電源47を接続した状態を考えると、巻線要素B2、A1には電流 $i_2$ が、巻線要素B1、A2には電流 $i_1$ がそれぞれ流れる。この値は、それぞれのインピーダンスによって決まるが、前述

のように、巻線要素B1とA1、B2とA2とはそれぞれインピーダンスがほぼ等しいため、電流 $i_1$ と $i_2$ とをほぼ等しくすることができる。

【0021】なお、本実施の形態においては、各相の巻線、例えば4a、4bと4g、4hとを並列に接続する例について示したが、電源容量との兼ね合いにより、図7に示したように直列接続としても良い。また、3相を星形結線する例を示したが、三角形結線にしてもよい。その場合、電源電圧が同じであれば、巻線の巻回数が多くなり電流は少なくなる。

【0022】実施の形態2. この実施の形態は、隣り合う同相巻線の数 $q=2$ 、中間電位一致、中間絶縁部材なしの例である。図8は、この発明の実施の形態2における巻線方法を説明するための図であり、図5と同様の部分は説明を省略する。本実施の形態では、端子51と56、52と55、53と54、57と58とは、それぞれ接続部材59、60、61、62を用いて接続されている。この場合の巻線方法について、以下に説明する。

【0023】まず端子53から出発して、巻線4aの内側の巻線要素A1を巻き、端子52に巻線をからげる。続いて、端子51から出発して、巻線要素A2を巻線要素A1と逆方向に巻き、端子54に巻線をからげる。同様にして、端子57→巻線要素B1→端子56、端子55→巻線要素B2→端子58の順に巻回して巻線作業を終了する。最後に、各端子において、巻線と端子とをヒュージングなどの手段を用いて導通せしめつつ固着する。その他は実施の形態1と同様である。この実施の形態では、巻線作業を連続して行うことができず、各巻線要素毎に切断作業を要するものの、各巻線要素間の接続を接続部材59～62を用いて行うため、巻線に要する時間を短縮することができる。

【0024】なお、本実施の形態においては、巻線要素A1を巻回した次に巻線要素A2を巻回する例について示したが、各巻線要素は独立して巻回できるので、巻線要素A1の後に巻線要素B1を巻回しても良い。この場合、全周にわたる全ての巻線において、同方向に内周側の巻線作業をした後、逆方向に外周側の巻線作業を行うことができるので、例えば内周側と外周側の巻線機を別のものにするなど、工程上の自由度が増えることになる。

【0025】実施の形態3. この実施の形態は、隣り合う同相巻線の数 $q=2$ 、中間電位不一致、中間絶縁部材付の例である。図9は、この発明の実施の形態3における巻線方法を説明するために示した隣り合う同相巻線の断面図、図10は巻線の結線図、図11はその巻線方法を説明するための図であり、これらの図において、図3乃至図5と同様の部分は説明を省略する。本実施の形態においては、実施の形態1および2と異なり、図9及び図11からわかるように、全ての巻線要素を同方向に巻回している。端子71と76、72と75、73と7

4、77と78とは、それぞれ接続部材79、80、81、82を用いて接続されている。この場合の巻線方法について、以下に説明する。

【0026】まず端子73から出発して、巻線4aの内側の巻線要素A1を巻き、端子72に巻線をからげる。続いて、端子74から出発して、巻線要素A2を巻線要素A1と同方向に巻き、端子71に巻線をからげる。同様にして、端子77→巻線要素B1→端子76、端子78→巻線要素B2→端子75の順に巻回して巻線作業を終了する。最後に、各端子において、巻線と端子とをヒュージングなどの手段を用いて導通せしめつつ固着する。

【0027】この場合、巻線要素A1の巻き終わり側の電位であるVAoutと、巻線要素A2の巻き始め側の電位であるVAinとを同電位とすることができない。このため、巻線要素A1とA2との間には、絶縁部材9を設けている。絶縁部材9は、テープ状のものを巻線の上から巻回してもよいし、板状の樹脂などを挟み込んでも良い。電位差が十分に小さい場合には、絶縁部材9を省略することも可能である。その他は実施の形態1と同様である。

【0028】なお、本実施の形態においては、巻線要素A1を巻回した次に巻線要素A2を巻回する例について示したが、各巻線要素は独立して巻回できるので、巻線要素A1の後に巻線要素B1を巻回しても良い。この場合、全周にわたる全ての巻線において、同方向に内周側の巻線作業をした後、同方向に外周側の巻線作業を行うことができるので、内周側と外周側の巻線機を別のものにすることができるほか、絶縁部材9を設置する際に各ティース3への作業を連続して行うことができるなど、工程上の自由度が増えることになる。

【0029】実施の形態4. この実施の形態は、回転電機の径方向に巻線を分割した例である。図12は、この発明の実施の形態4における巻線方法を説明するため、巻線4a乃至4b付近を示した断面図であり、図9と同様の部分は説明を省略する。本実施の形態における巻線方法としては、巻線4aを構成する2つの巻線要素A1、A2を回転電機の径方向に2つ並べ、絶縁部材10を以て分割配置している。すなわちティースとティースの間の巻線配置空間であるスロットの底部側と、スロットの開口部側に分割配置している。その他は実施の形態3と同様である。

【0030】このような配置とした場合、巻線要素A1、A2のインピーダンスはほとんど差が見られないようになり、結線の自由度が増す。すなわち、巻線要素A1とB2、A2とB1とをそれぞれ直列に接続した後、これらを相互に並列に接続するのが望ましいが、この実施の形態のように巻線要素を配置すれば、インピーダンス差がほとんどないため、巻線要素A1とB1、A2とB2とをそれぞれ直列に接続した後、これらを相互に並

列に接続することも可能となる。

【0031】実施の形態5. この実施の形態は、隣り合う同相巻線の数 $q=3$ の例である。図13は、この発明の実施の形態5における回転電機の構造を説明するための断面図、図14は隣り合う同相巻線の断面図、図15はその結線図であり、これらの図において、図1、図9および図10と同様の部分は説明を省略する。本実施の形態においては図13に示すように、極数である永久磁石6の数を16、ティース3の数を18とした例について示している。この場合、隣り合う同相巻線の数 $q$ を3とするのが一般的である。例えば、18個の巻線のうち、4a、4b、4c、4j、4k、4lをU相に、4d、4e、4f、4m、4n、4oをW相に、4g、4h、4i、4p、4q、4rをV相に接続する。

【0032】図14は、このうちU相の3つの巻線4a、4b、4cを拡大して示したものである。巻線4a、4b、4cは、それぞれ巻線要素A1～A3、B1～B3、C1～C3よりなる。図15はこれらの接続について説明したものであり、A1、B2、C3の3つを直列に接続したもの、A2、B3、C1の3つを直列に接続したもの、A3、B1、C2の3つを直列に接続したものの、3つを並列に接続する。その他は実施の形態3と同様になっている。このように構成することで、各巻線要素のインピーダンスのアンバランスによる循環電流を抑制しつつ、並列回路数を増やすことができる。すなわち、実施の形態1～4と同様に、線径の細い導線を用いて巻線を巻回しつつ、電源から見た巻線インピーダンスを小さくすることができる。

【0033】なお、本実施の形態においては、各ティース3においてそれぞれの巻線要素を同方向に巻回する例を示している。この場合、実施の形態3と同様、中間電位が一致せず、隣り合う巻線要素間には電位差が発生するため、絶縁部材9を設けている。もちろん、電位差が生じないように巻回方向を工夫し、絶縁部材9の全てもしくは一部を省略することも可能である。また、上記説明においては、各ティース3における巻線要素を、ティース3に近い内周側、ティース3から遠い外周側、その中間の3つに分割した場合について示したが、これに限られるものではなく、例えば図16に示した通り、実施の形態4と同様に、各ティース3における巻線要素を回転電機の径方向に3つ並べ、絶縁部材10を以って分割配置したのちこれを接続しても良い。

【0034】実施の形態6. この実施の形態は、他に隣り合う同相巻線がない場合、つまり $q=1$ の例である。図17は、この発明の実施の形態6における回転電機の構造を説明するための断面図、図18は巻線4aを拡大して示した断面図であり、これらの図において、図1、図3と同様の部分は説明を省略する。本実施の形態においては、図17に示すように、極数である永久磁石6の数を4、ティース3の数を6とした例について示してい

る。この場合、隣り合う同相巻線の数 $q$ を1とするのが一般的である。その他は実施の形態1と同様である。

【0035】この場合、隣り合うティース間で予め直列に接続することでインピーダンスのアンバランスをキャンセルする、という、実施の形態1で示した方法をとることができない。よって、同一ティースに巻回された2つのコイルのインピーダンスをできるだけ等しくするよう、回転電機の径方向に分割配置、すなわちスロット底部側とスロット開口部側とに並べて2つの巻線要素A1、A2を配置している。10は巻線要素間に配置した絶縁部材である。このように巻線要素を配置し、互いに並列結線し、三相に結線することで、図19に示したようになり、並列回路の数を、ティース数よりも増やすことができる。

【0036】以上、本発明の実施の形態1～6について説明した。上記実施の形態では、隣り合う同相巻線の数 $q$ を1ないし3とした場合について説明したが、これに限られるものではなく、 $q$ はいくつであってもよい。また、1つのティースに巻回される巻線要素の数 $k$ を、 $q=1$ の場合には $k=2$ とし、 $q=2、3$ については $k=q$ とした場合について説明したが、これに限られるものではなく、 $k$ を $q$ と同数もしくは $q$ の整数倍とすることより、上記実施の形態と同様の効果を得ることができ、さらに、例えば $q=2、k=3$ で巻線要素を互いに重ねて配置し、隣り合うティースの巻線要素との直列接続において、外側と内側そして中央同士の巻線要素を組み合わせて接続することによっても、同様の効果が得られる。また、上記実施の形態では三相巻線を構成する場合について説明したが、これに限るものではなく、三相以外の任意の多相巻線についても同様である。さらに、回転子側に永久磁石を用いた例について示したが、回転子の構成はこれに限られるものではない。また、電動機動作だけではなく、発電機として動作するものにおいても同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0037】

【発明の効果】請求項1に係る回転電機は、隣り合う $q$ 個のティースの巻線要素を互いに直列接続し、その直列回路を互いに並列接続したので、固定子巻線の並列導体数を増やすことができ、細い、したがって柔軟な導体を用いることで加工性が向上し、また、そのために占積率が向上する。請求項2に係る回転電機は、 $k=nq$ としたので、対称配置により容易にインピーダンスのバランスを得ることができる。

【0038】請求項3に係る回転電機は、少なくとも1つの巻線要素の巻回方向が他と異なるので、巻線要素間で隣接する部分の電位差を抑制することができる。請求項4に係る回転電機は、全ての巻線要素の巻回方向と同じにしたので、巻線の自動化が容易となる。請求項5に係る回転電機は、巻線要素間に絶縁部材を配置したので、絶縁破壊を防止することができる。

【0039】請求項6に係る回転電機は、巻線要素をその径方向に重ねて配置したので、巻線の自動化が容易となる。請求項7に係る回転電機は、内側巻線要素の外周側端部と外側巻線要素の内周側端部の電位を等しくしたので、巻線の自動化が容易で、かつ両巻線要素間の絶縁破壊を防止するための絶縁部材を用いる必要がない。

【0040】請求項8に係る回転電機は、巻線要素をその軸方向に並べて配置したので、巻線要素のインピーダンスを互いに等しくすることができる。請求項9に係る回転電機は、巻線要素間の接続を、巻線要素と同じ線材で行うので、部品点数を削減できる。

【0041】請求項10に係る回転電機は、巻線要素をその軸方向に並べて設け、互いに並列接続したので、 $q=1$ の場合でもインピーダンスをバランスさせながら並列回路数を増やすことができる。

【0042】請求項11に係る回転電機の製造方法は、各ティースに順次1個ずつ巻線要素を巻回し、続いてその上に別の巻線を各ティースに巻回するので、巻線機の利用や絶縁部材の取り付けなどで工程上の自由度が増える。

【0043】請求項12に係る回転電機の製造方法は、1個の巻線要素を巻回した後、そのまま端子から次々に上記の巻線要素上に別の巻線要素を巻回し、続いて隣り合うティースに移って同様手順で巻線要素を巻回するので、隣り合う同相巻線およびその間の接続を同じ線材で連続して巻線処理することができ、したがって工程数の削減および部品点数の削減ができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1における回転電機の断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1における電圧の関係を説明するベクトル図である。

【図3】 この発明の実施の形態1における巻線部分の断面図である。

【図4】 この発明の実施の形態1における巻線の結線図である。

【図5】 この発明の実施の形態1における巻線方法の

説明図である。

【図6】 この発明の実施の形態1によれば全巻線の結線図である。

【図7】 この発明の実施の形態1における全巻線の他の例の結線図である。

【図8】 この発明の実施の形態2における巻線方法の説明図である。

【図9】 この発明の実施の形態3における巻線部分の断面図である。

【図10】 この発明の実施の形態3における巻線の結線図である。

【図11】 この発明の実施の形態3における巻線方法の説明図である。

【図12】 この発明の実施の形態4による巻線部分の断面図である。

【図13】 この発明の実施の形態5における回転電機の断面図である。

【図14】 この発明の実施の形態5における巻線部分の断面図である。

【図15】 この発明の実施の形態5における巻線の結線図である。

【図16】 この発明の実施の形態5における巻線部分の他の例の断面図である。

【図17】 この発明の実施の形態6における回転電機の断面図である。

【図18】 この発明の実施の形態6における巻線部分の断面図である。

【図19】 この発明の実施の形態6における全巻線の結線図である。

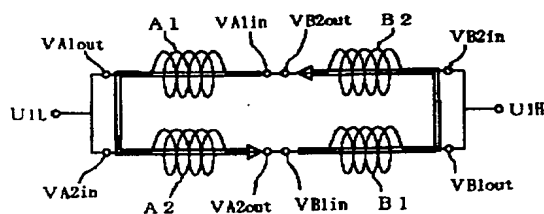
【図20】 従来の回転電機の断面図である。

【図21】 従来の回転電機の撚り線の断面図である。

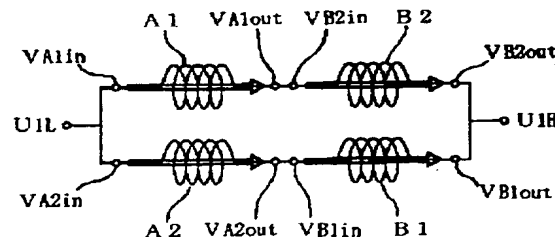
#### 【符号の説明】

1 固定子、3 ティース、4a~4r 固定子巻線、8,9,10 絶縁部材、41~46,51~58,71~78 端子、59~62,79~82 接続部材、A1~A3,B1~B3,C1~C3 巻線要素。

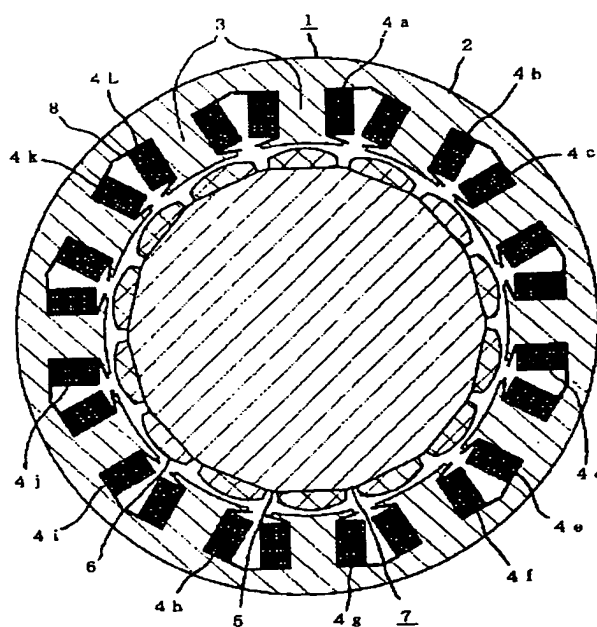
【図4】



【図10】

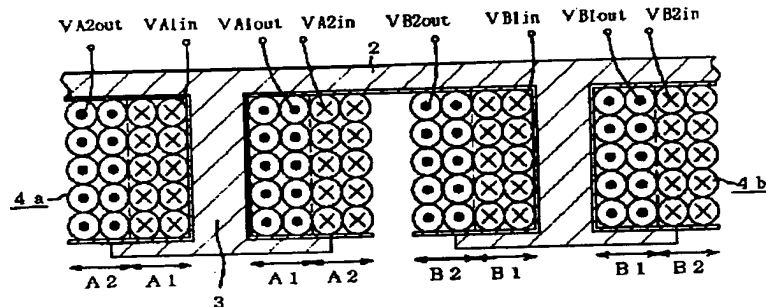


【図1】



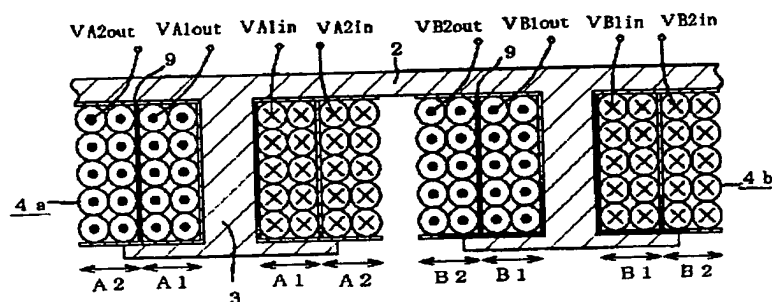
1: 固定子  
3: ティース  
4a~4L: 固定子巻線

【図3】



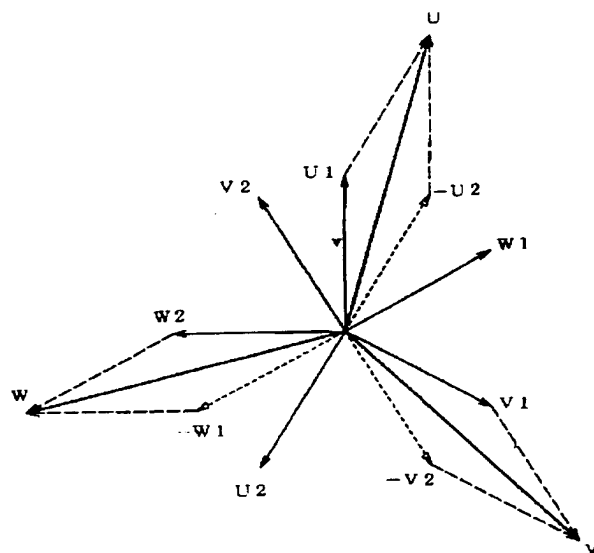
A1, A2, B1, B2: 巻線要素

【図9】

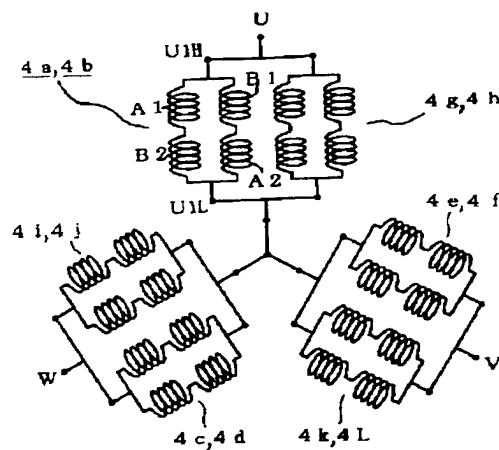


9: 絶縁部材

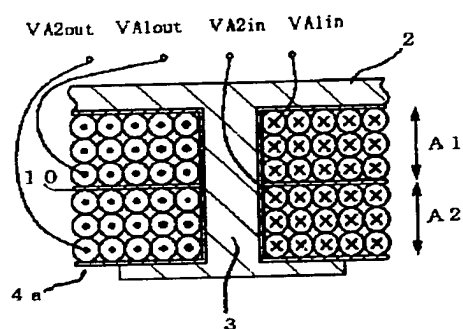
【図2】



【図6】

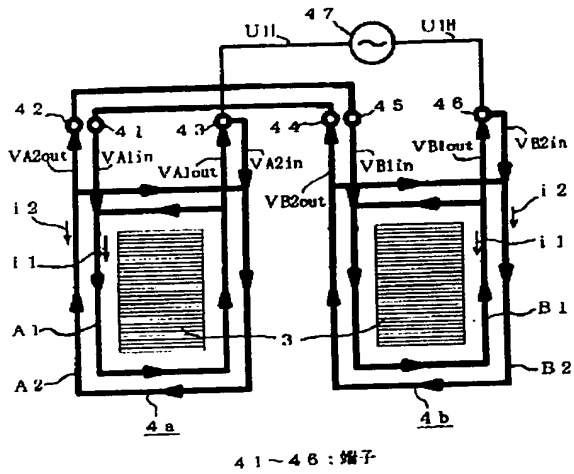


【図18】

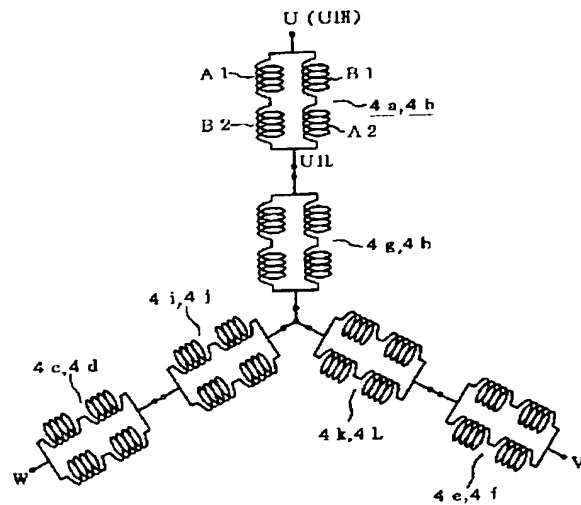




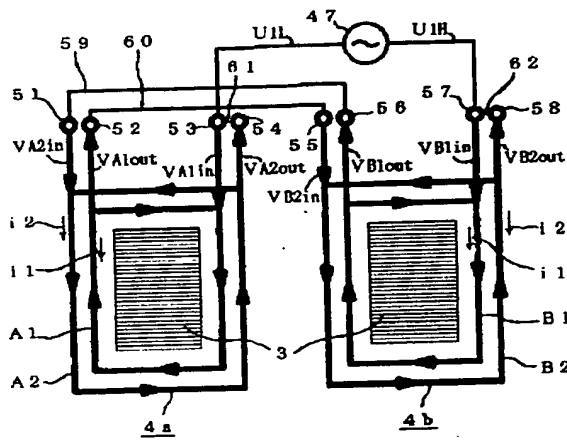
【図5】



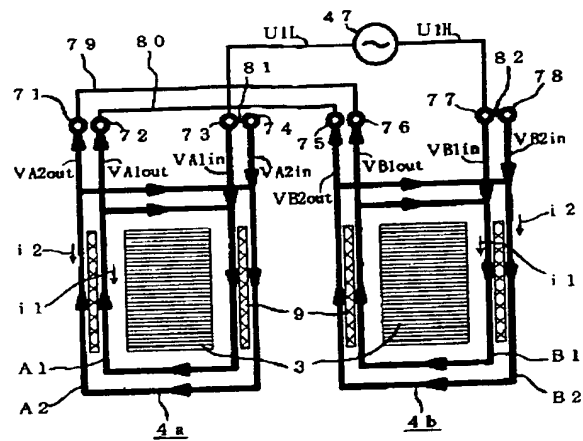
【図7】



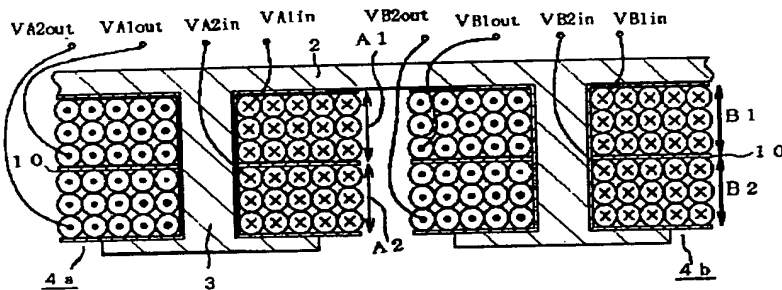
【図8】



【図11】

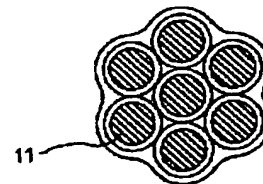


【図12】

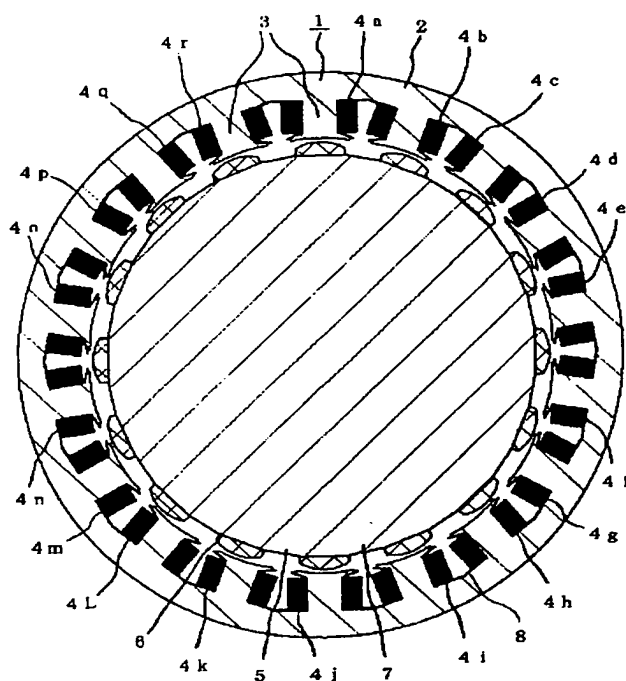


10: 絶縁部材

【図21】

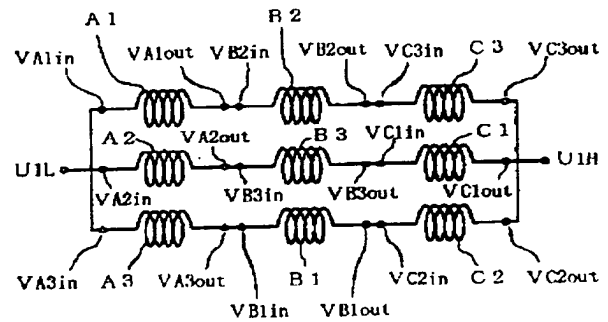


【図13】

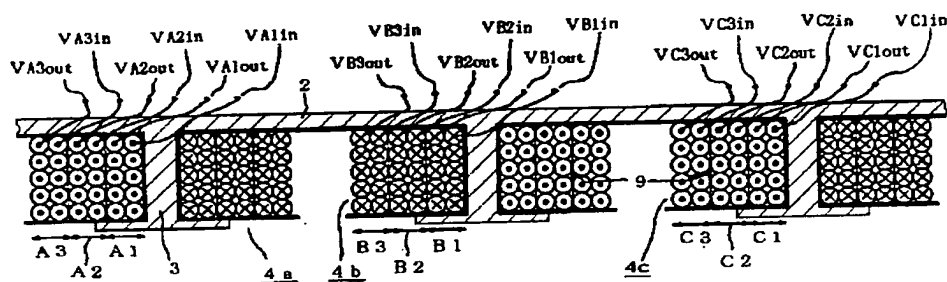


4 m ~ 4 r : 固定子巻線

【図15】

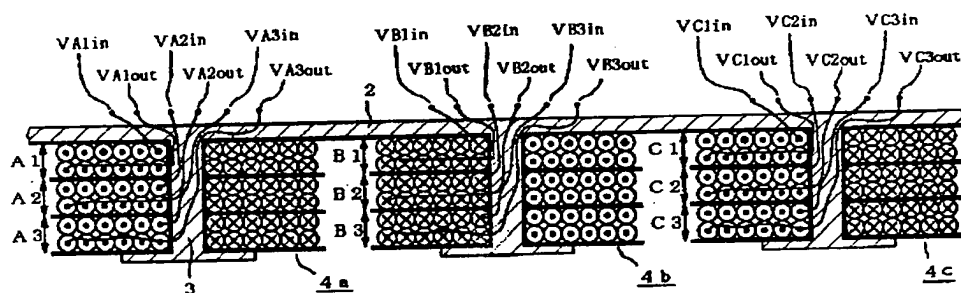


【図14】

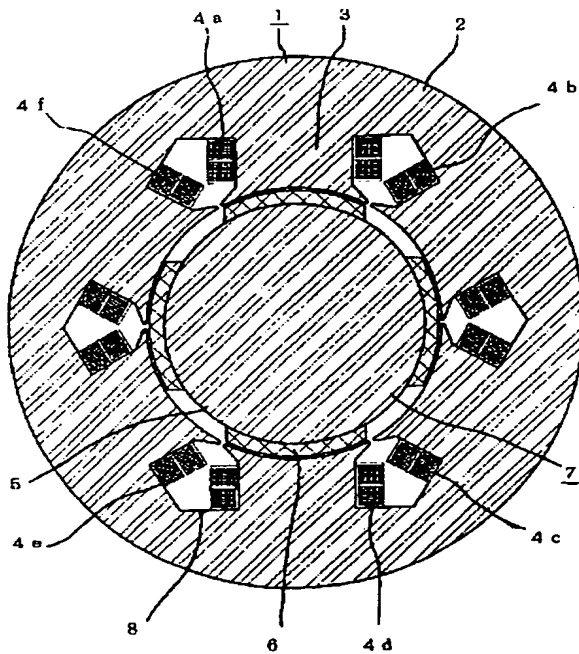


A 3, B 3, C 1 ~ C 3 : 巻線要素

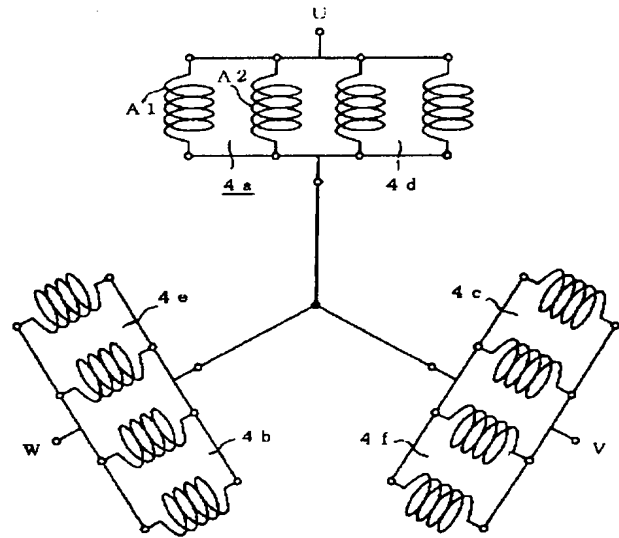
【図16】



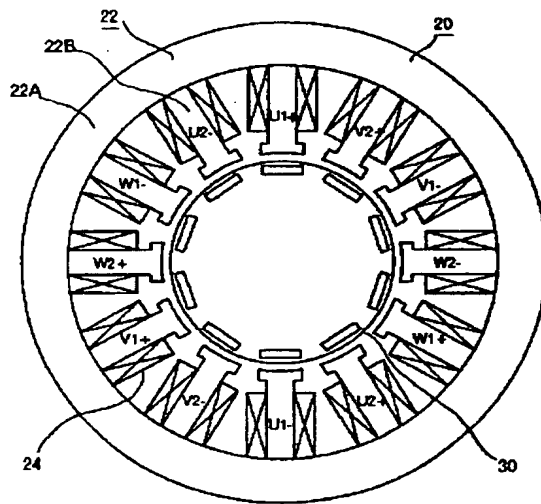
【図17】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 三宅 展明  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72)発明者 石見 泰造  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 橋口 直樹  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(12) 001-197696 (P2001 1958

ドターム(参考) 5H603 AA09 BB01 BB07 BB12 CA01  
CB02 CB11 CB26 CE01 EE01  
FA01  
5H621 GA01 GB14 HH01